

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2015 年 12 月 3 日 (03.12.2015)



(10) 国际公布号
WO 2015/180266 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01N 27/90 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2014/084597
- (22) 国际申请日: 2014 年 8 月 18 日 (18.08.2014)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
201410229769.0 2014 年 5 月 28 日 (28.05.2014) CN
- (71) 申请人: 国家电网公司 (STATE GRID CORPORATION OF CHINA) [CN/CN]; 中国北京市西城区西长安街 86 号, Beijing 100031 (CN)。 国网天津市电力公司 (TIANJIN ELECTRIC POWER CORPORATION) [CN/CN]; 中国天津市河北区五经路 39 号, Tianjin 300010 (CN)。
- (72) 发明人: 程明 (CHENG, Ming); 中国天津市河北区五经路 39 号, Tianjin 300010 (CN)。 安戈 (AN, Ge); 中国天津市河北区五经路 39 号, Tianjin 300010 (CN)。 文黎 (WEN, Li); 中国天津市河北区五经路 39 号, Tianjin 300010 (CN)。 叶芳 (YE, Fang); 中国天津市河北区五经路 39 号, Tianjin 300010 (CN)。

曹建伟 (CAO, Jianwei); 中国天津市河北区五经路 39 号, Tianjin 300010 (CN)。 陈韶瑜 (CHEN, Shaoyu); 中国天津市河北区五经路 39 号, Tianjin 300010 (CN)。 温力 (WEN, Li); 中国天津市河北区五经路 39 号, Tianjin 300010 (CN)。 李庆钊 (LI, Qingzhao); 中国天津市河北区五经路 39 号, Tianjin 300010 (CN)。

(74) 代理人: 天津才智专利商标代理有限公司 (TIANJIN CAIZHI PATENT & TRADEMARK AGENCY, LTD.); 中国天津市和平区卫津路 149 号云琅新居 A 座 2 门 1302 号, Tianjin 300070 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

[见续页]

(54) Title: ELECTROMAGNETIC PULSED EDDY CURRENT DETECTION DEVICE FOR POWER GRID METAL MATERIAL

(54) 发明名称: 电网金属材料电磁脉冲涡流检测装置

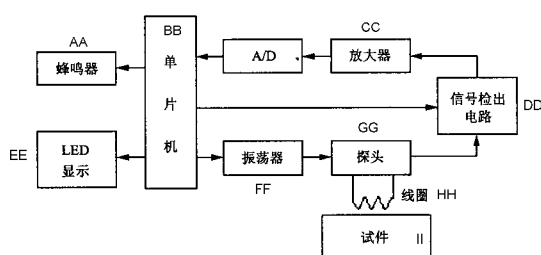


图 1 / FIG. 1

AA BUZZER
BB MICROCONTROLLER
CC AMPLIFIER
DD SIGNAL DETECTION CIRCUIT
EE LED DISPLAY
FF OSCILLATOR
GG PROBE
HH COIL
II TEST PIECE

(57) Abstract: An electromagnetic pulsed eddy current testing device for power grid metal material, comprising a microcontroller; the microcontroller generates a periodic trigger pulse to an oscillator; the output of the oscillator is connected to a probe to transmit to the probe a sinusoidal excitation signal generated by the oscillator; the probe transmits the sinusoidal excitation signal to a test piece, and acquires the reflected signal of the test piece to output to a signal detection circuit; the signal detection circuit extracts the part of said reflected signal sensitive to a crack defect, and outputs to an amplifier; the amplifier is connected to an A/D conversion circuit; the A/D conversion circuit converts the amplified signal into a digital signal, and transmits to the microcontroller; the microcontroller drives a buzzer after processing and analyzing the input signal, and displays on an LED display the relative size of the crack defect. The above device is a metal surface and near-surface crack detection device having a simple structure and high sensitivity, and being convenient to carry.

(57) 摘要: 一种电网金属材料电磁脉冲涡流检测装置, 包括单片机, 单片机产生周期性触发脉冲到振荡器, 振荡器的输出与探头连接, 将振荡器产生的正弦激励信号传输到探头上, 探头向试件发射正弦激励信号, 并采集试件的反射信号输出给信号检出电路, 信号检出电路从试件反射信号中提取出对裂

纹缺陷敏感的部分并输送给放大器, 放大器与 A/D 转换电路连接, 将放大后的信号转换成数字信号后输送给单片机, 单片机对输入信号进行处理判断后驱动蜂鸣器, 并通过 LED 显示器显示裂纹缺陷的相对大小。上述装置是一种结构简单、灵敏度高且便于携带的金属表面和近表面裂纹检测装置。



WO 2015/180266 A1



(84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

根据细则 4.17 的声明:

— 发明人资格(细则 4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

电网金属材料电磁脉冲涡流检测装置

技术领域

本发明涉及电力系统无损检测技术领域，特别是涉及一种电网金属材料电磁脉冲涡流检测装置。

背景技术

电网金属材料形状复杂，传统的表面检测方法如磁粉、渗透已不能完全适用。涡流检测是近年来发展较快的一种无损检测技术，对表面开口裂纹很灵敏，在表面涂层、表面粗糙、潮湿等恶劣环境下也能开展检测工作，具有结构简单、灵敏度高、频率响应特性好以及测试电路简单等优点，特别适用于形状复杂的电网金属材料的疲劳裂纹和表面应力裂纹的检测工作。脉冲涡流所具有的宽频特性使它非常适合于金属深层的裂纹检测而且激励的脉冲特性使涡流在金属中存在一个很高的峰值，易于观察和测量。而且脉冲特性能够进行传统涡流检测所不能进行的瞬态分析。电磁脉冲涡流可以实现材料的表面检测，但是目前并没有针对电网金属材料电磁脉冲涡流检测的专用装置。

发明内容

本发明的目的在于克服现有技术的不足，提供一种电网金属材料电磁脉冲涡流检测装置。

为此，本发明的技术方案如下：

一种电网金属材料电磁脉冲涡流检测装置，包括单片机，单片机产生周期性触发脉冲，触发脉冲输入到振荡器，振荡器的输出与探头连接，将振荡器产生的正弦激励信号传输到探头的激励线圈上，激励线圈置于被检测试件上，向试件发射正弦激励信号，探头的检测线圈采集试件的反射信

号,检测线圈将采集的试件反射信号输出给信号检出电路,信号检出电路从试件反射信号中提取出对裂纹缺陷敏感的部分并输送给放大器,放大器与 A/D 转换电路连接,将放大后的信号转换成数字信号后输送给单片机,单片机对输入信号进行处理判断后,驱动蜂鸣器,并通过 LED 显示器显示裂纹缺陷的相对大小。

而且,所述探头包括缠绕在U型磁体上的激励线圈,在U型磁体的开口中心点处安置有与U型磁体平面垂直的磁棒,在磁棒上缠绕有检测线圈,所述激励线圈与检测线圈相互垂直,激励线圈的两端为与试件位置相对应的激励端,检测线圈感应涡流反磁场的变化,并由检测线圈的输出端输出,由硬件电路转化为电信号。

而且,所述振荡器是一个产生激励信号的 LC 振荡电路。

而且,所述信号检出电路包括放大电路,放大电路的输出与用来消除各种干扰的滤波电路连接,滤波电路与信号选择电路连接,信号选择电路与峰值运算电路连接,峰值运算电路对时时采集到的电流信号进行跟踪,将电流信号的峰值选择出,并转换成直流信号输出给 A/D 转换电路。

其中,滤波电路前端采用高通滤波器用于滤除电源谐波造成的工频干扰和移动探头时的杂波干扰,第二级采用受信号选择电路控制的带通滤波器。

其中,信号选择电路由电容矩阵和电位器组成。

其中,峰值运算电路具体采用由采样保持器和比较器组成的电路。

而且,所述单片机具体采用 MCS8051 型号的单片机,所述 A/D 转换电路具体采用的型号为 AD14433,单片机通过 P0 接口接收 A/D 转换电路输出的信号,单片机的 P2 接口与蜂鸣器的开关控制接口连接,单片机的 P1 接口与 LED 显示屏的驱动接口连接。

本发明的优点和积极效果是:

本发明提供了一种结构简单、灵敏度高且便于携带的金属表面和近表

面裂纹检测装置，该装置应用电磁脉冲涡流探伤的基本原理，采用磁性材料制作一种精细的涡流传感器，用于前端提取微弱的裂纹信号，后台应用单片机控制电路，处理提取的滤波、放大、A/D 转换等信号，最后由单片机驱动声、光报警，当发现缺陷时，蜂鸣器发出声音警报，并同时点亮不同个数的 LED，显示裂纹的相对深度。

附图说明

图 1 是本发明装置的构成图；

图 2 是本发明装置中探头的结构原理图；

图 3 是本发明振荡器的电路原理图；

图 4 是本发明中信号检出电路的框图；

图 5 是本发明信号检出电路中峰值运算电路的原理图；

图 6 是本发明中单片机与 AD 转换电路的连接原理图；

图 7 是本发明中单片机控制原理图。

具体实施方式

以下结合附图对本发明实施例做进一步详述，以下实施例只是描述性的，不是限定性的，不能以此限定本发明的保护范围。

如图 1 所示，本发明的电网金属材料电磁脉冲涡流检测装置包括单片机，单片机产生周期性触发脉冲，触发脉冲输入到振荡器，振荡器的输出与探头连接，将振荡器产生的正弦激励信号传输到探头的激励线圈上，激励线圈置于被检测试件上，向试件发射正弦激励信号，探头的检测线圈采集试件的反射信号，检测线圈将采集的试件反射信号输出给信号检出电路，信号检出电路从试件反射信号中提取出对裂纹缺陷敏感的部分并输送给放大器，放大器与 A/D 转换电路连接，将放大后的信号转换成数字信号后输送给单片机，单片机对输入信号进行处理判断后，驱动蜂鸣器，并通

过 IED 显示器显示裂纹缺陷的相对大小。

在本发明的具体实施中，如图2所示，所述探头包括缠绕在U型磁体2上的激励线圈1，在U型磁体的开口中心点处安置有与U型磁体平面垂直的磁棒4，在磁棒上缠绕有检测线圈3，所述激励线圈与检测线圈相互垂直，激励线圈的两端为与试件位置相对应的激励端，在激励线圈上通以一定频率的正弦波，当探头沿着试件表面移动时，试件表面在交变磁场作用下会产生一定分布和大小的涡流，当有裂纹时，涡流分布和大小会发生相应的改变，检测线圈感应涡流反磁场的变化，并由检测线圈的输出端输出，由硬件电路转化为电信号，通过变化情况可反映缺陷的情况。

在本发明的具体实施中，如图3所示，所述振荡器为激励信号产生电路，该电路包括一个由电阻R2和PNP三极管组成的开关电路，及与开关电路连接的由电阻R1与电容C1及激励线圈L1并联后与二极管D1串联组成的LC振荡电路，图中L2为检测线圈，单片机产生周期性触发脉冲后通过该激励信号产生电路产生激励信号，激励信号是一个近似的正弦波，LC振荡电路的优点是结构简单，容易起振，频率便于调整。

在本发明的具体实施中，所述信号检出电路包括将微弱的电压信号放大到适合值（2V左右）以便后级处理的放大电路，以及用来消除各种干扰的滤波电路。滤波电路与信号选择电路连接，信号选择电路通过控制滤波器的带通频率来选通所需信号，同时控制振荡器的输出频率，其控制频率范围为：100Hz——6MHz。信号选择电路与峰值运算电路连接，峰值运算电路对时时采集到的电流信号进行跟踪，将电流信号的峰值选择出，并转换成直流信号输出给A/D转换电路。

其中，滤波电路前端采用高通滤波器用于滤除电源谐波造成的工频干扰和移动探头时的杂波干扰，第二级采用带通滤波器受信号选择电路控制，用于选择不同的渗透深度缺陷所反应的频率，仅允许选通信号通过，其带通频率调节范围为100Hz——6MHz，对应的渗透深度为0—9.99mm。

其中, 信号选择电路由电容矩阵和电位器组成, 采用特定匹配电路进行处理, 通过改变与滤波器匹配的滤波电容参数值和电位器电阻值来改变滤波器的带通频率, 选择出与裂纹渗透深度及不同形式损伤相匹配的不同形式频率分量信号, 从而可根据不同的渗透深度选择不同的频率, 筛选出与这一深度相适应的频率而抑制其他干扰频率, 由此能对不同深度缺陷、不同形式损伤进行有效的检测。

其中, 峰值运算电路具体由采样保持器和比较器组成, 如图 5 所示, 当 $V_i > V_o$ 时, A1 输出为高电平, 二极管 V_d 导通给电容 C_{Ap} 充电并控制 A2 采样, 当经过峰值后, $V_i < V_o$, A1 输出为低电平, 二极管 V_d 反向截止, 电容 C_{Ap} 继续保持电压, 并给 A2 续航使此时的 A2 继续输出 V_o , 即, 峰值被保持并转换成直流信号, 送给 AD 进行采样, 并以此作为单片机启动 A/D 的信号, 开始采样。峰值采样电路有两个功能: 采样和保持。采样值保持时间, 根据输出频率自动设置。我们所研制的涡流电导仪, 由于通常标准信号在 10kHz 以下, 频率较低, 因此 A1、A2 采用 LF398 这样的峰值采样电路。其效果较好。

在本发明的具体实施中, 所述放大电路具体采用差动形式的放大电路, 该放大电路是将检测线圈输出的 10—200mV 微弱信号放大到 1-2V 幅值。

在本发明的具体实施中, 如图 6 所示, 所述单片机具体采用 MCS8051 型号的单片机, 所述 A/D 转换电路具体采用的型号为 AD14433, 单片机通过 P0 接口接收 A/D 转换电路输出的信号, 单片机的 P2 接口与蜂鸣器的开关控制接口连接, 以不同频率节奏脉冲形式的触发信号驱动蜂鸣器报警, 单片机的 P1 接口与 LED 显示屏的驱动接口连接, 以数字形在式 LED 显示屏上显示渗透深度及测试时间。

如图 7 所示, 所述单片机对输入信号的处理过程为:

(1) 控制信号又作为单片机的外部中断输入信号, 中断触发方式为

边沿触发方式，以此作为单片机启动 A/D 的信号，开始采样。用单片机的一个 I/O 口，作为采样保持器的控制口线，中断信号来之前，该控制口线置为采样所需电平（对 LF398 为高电平），中断信号来后，置为保持电平（对 LF398 为低电平），并启动 A/D 开始采样数据。

（2）单片机从 A/D 转换器 AD14433 中获得数字电压值，将其线性的折算成渗透深度，并将该渗透深度按测量点和时间存到 RAM6264 存储器中，同时液晶显示器中显示该测量点该测量时刻的渗透深度和该测量时间。当检测到的裂纹或损伤超过设定值时，蜂鸣器发出急促的报警声。测量完成后，存放在 RAM6264 中各测量点不同时刻的位移数据，可以根据需要按测量点通过微型打印机打印输出，也可以通过 RS232 串行通讯接口将各个测量点不同时刻的位移数据送到 PC 计算机中再处理。

权利要求书

1、一种电网金属材料电磁脉冲涡流检测装置，其特征在于：包括单片机，单片机产生周期性触发脉冲，触发脉冲输入到振荡器，振荡器的输出与探头连接，将振荡器产生的正弦激励信号传输到探头的激励线圈上，激励线圈置于被检测试件上，向试件发射正弦激励信号，探头的检测线圈采集试件的反射信号，检测线圈将采集的试件反射信号输出给信号检出电路，信号检出电路从试件反射信号中提取出对裂纹缺陷敏感的部分并输送给放大器，放大器与 A/D 转换电路连接，将放大后的信号转换成数字信号后输送给单片机，单片机对输入信号进行处理判断后，驱动蜂鸣器，并通过 LED 显示器显示裂纹缺陷的相对大小。

2、根据权利要求1所述的电网金属材料电磁脉冲涡流检测装置，其特征在于：所述探头包括缠绕在U型磁体上的激励线圈，在U型磁体的开口中心点处安置有与U型磁体平面垂直的磁棒，在磁棒上缠绕有检测线圈，所述激励线圈与检测线圈相互垂直，激励线圈的两端为与试件位置相对应的激励端，检测线圈感应涡流反磁场的变化，并由检测线圈的输出端输出，由硬件电路转化为电信号。

3、根据权利要求1所述的电网金属材料电磁脉冲涡流检测装置，其特征在于：所述振荡器是一个产生激励信号的 LC 振荡电路。

4、根据权利要求1所述的电网金属材料电磁脉冲涡流检测装置，其特征在于：所述信号检出电路包括放大电路，放大电路的输出与用来消除各种干扰的滤波电路连接，滤波电路与信号选择电路连接，信号选择电路与峰值运算电路连接，峰值运算电路对时时采集到的电流信号进行跟踪，将电流信号的峰值选择出，并转换成直流信号输出给 A/D 转换电路，

其中，滤波电路前端采用高通滤波器用于滤除电源谐波造成的工频干扰和移动探头时的杂波干扰，第二级采用受信号选择电路控制的带通滤波

器；

其中，信号选择电路由电容矩阵和电位器组成；

其中，峰值运算电路具体采用由采样保持器和比较器组成的电路。

5、根据权利要求 1 所述的电网金属材料电磁脉冲涡流检测装置，其特征在于：所述单片机具体采用 MCS8051 型号的单片机，所述 A/D 转换电路具体采用的型号为 AD14433，单片机通过 P0 接口接收 A/D 转换电路输出的信号，单片机的 P2 接口与蜂鸣器的开关控制接口连接，单片机的 P1 接口与 LED 显示屏的驱动接口连接。

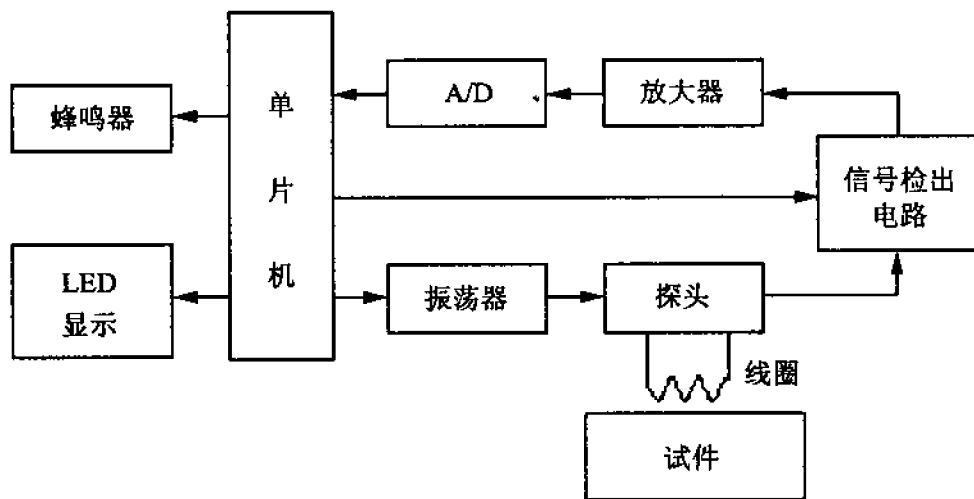


图 1

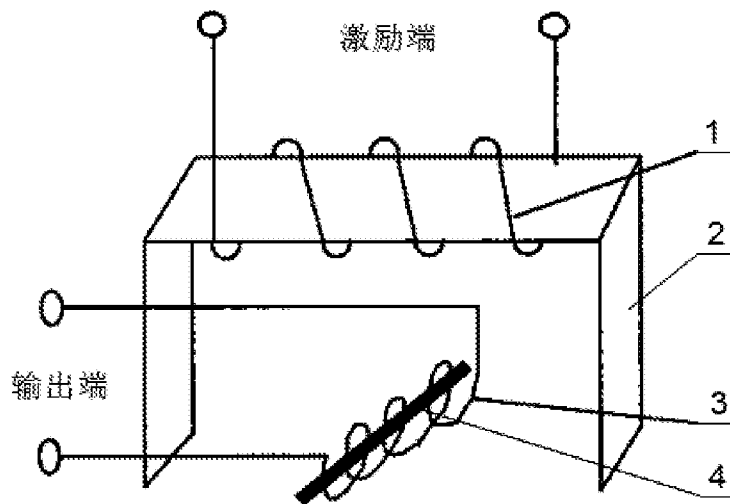


图 2

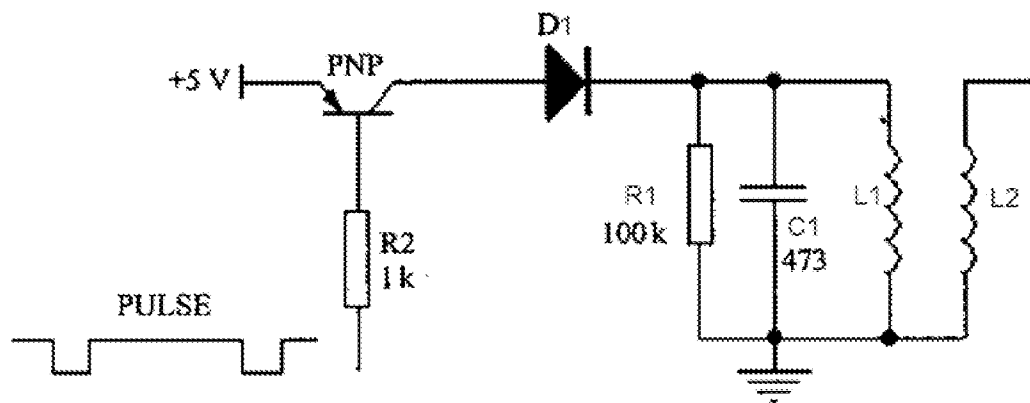


图 3



图 4

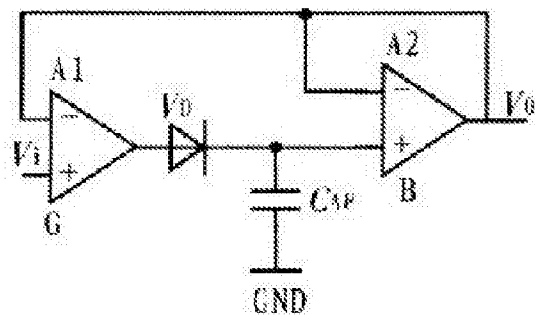


图 5

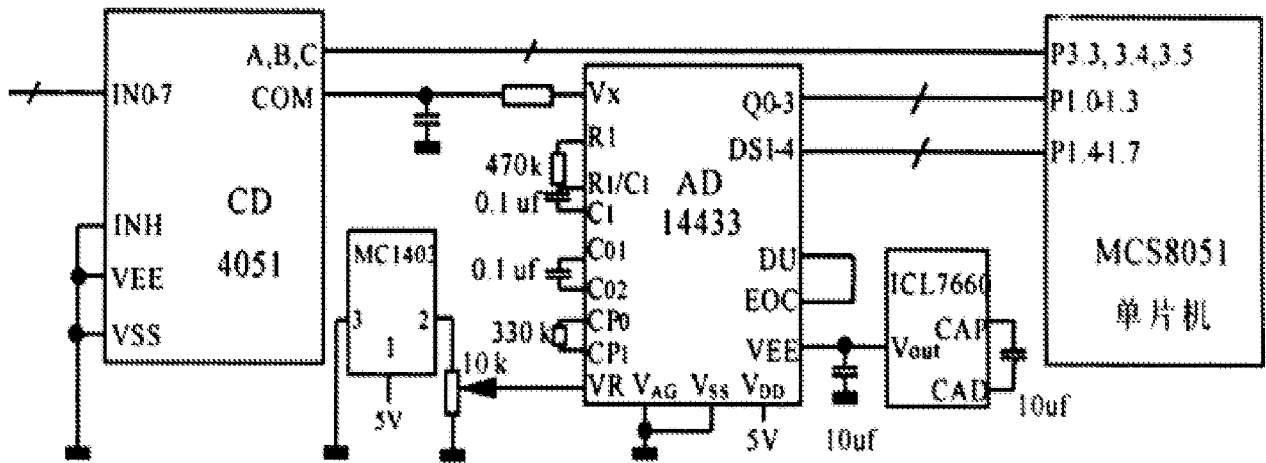


图 6

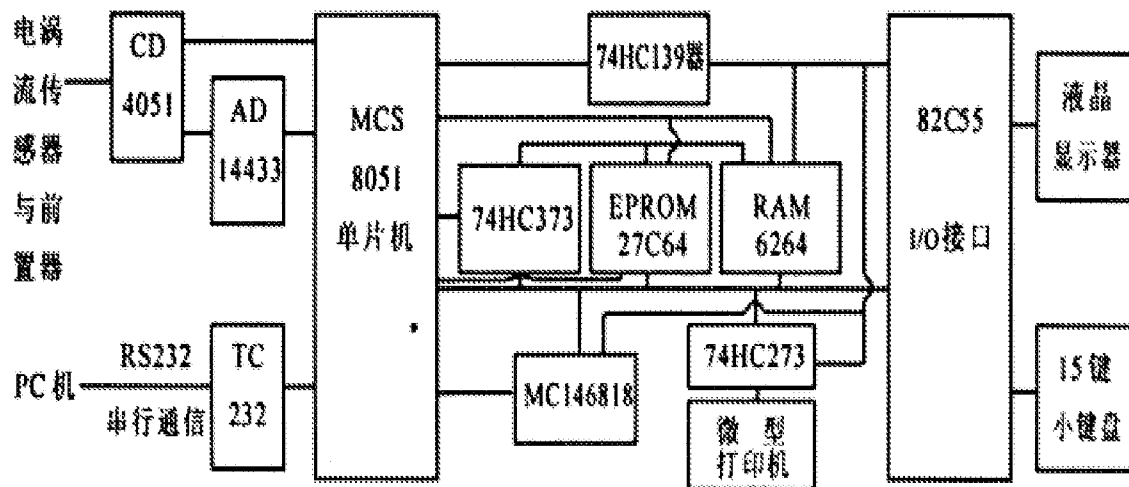


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/CN2014/084597

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01N 27/90 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01N

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC: EDDY, test, detect, flaw detection, nondestructive, electric power, power network, wire, line, PULSE, flaw, metal, u type, IMPULSE, MAGNET, COIL, WINDING, CRACK, CURRENT, DESTRUCTIVE, LOSS, NON, LESS, FREE

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 103728368 A (SICHUAN CHENGGUAN ELECTRONIC TECHNOLOGY CO., LTD) 16 April 2014 (16.04.2014) description, paragraphs [0010] to [0012], figures 1 and 2	1-3
Y	CN 103728368 A (SICHUAN CHENGGUAN ELECTRONIC TECHNOLOGY CO., LTD) 16 April 2014 (16.04.2014) description, paragraphs [0010] to [0012], figures 1 and 2	4, 5
Y	RAO, Gui-an et al. Application of the eddy current method in the lines fault, Journal of Transducer Technology, no. 2, vol. 20, 28 February 2001 (28.02.2001), page 15, part 3	4
Y	WU, Xinjun et al. Research and Application of Pulsed Eddy Current Testing Instrument for Steel Corrosions, Nondestructive Testing, no. 2, 10 February 2010 (10.02.2010), page 128, part 2, section 2.1	5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 10 December 2014	Date of mailing of the international search report 06 January 2015
Name and mailing address of the ISA State Intellectual Property Office of the P. R. China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10) 62019451	Authorized officer LI, Na Telephone No. (86-10) 61648133

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/CN2014/084597

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 202074943 U (ANHUI POLYTECHNIC UNIVERSITY) 14 December 2011 (14.12.2011) the whole document	1-5
A	CN 103257182 A (UNIVERSITY OF ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY OF CHINA) 21 August 2013 (21.08.2013) the whole document	1-5
A	JP 2009079984 A (HITACHI LTD.) 16 April 2009 (16.04.2009) the whole document	1-5
A	OUYANG, Qi et al. Surface Defect Inspection by Pulsed Eddy Current for Hot Continuous Casting Slab, Continuous Casting, no. 1, 15 January 2010 (15.01.2010), the whole document	1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2014/084597

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN 103728368 A	16 April 2014	None	
CN 202074943 U	14 December 2011	None	
CN 103257182 A	21 August 2013	None	
JP 2009079984 A	16 April 2009	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2014/084597

A. 主题的分类

G01N 27/90(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

G01N

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC; 涡流, 检测, 探测, 探伤, 无损, 电力, 电网, 电线, 线路, 脉冲, 裂纹, 金属, u型; PULSE, IMPULSE, MAGNET, COIL, WINDING, CRACK, EDDY, CURRENT, DESTRUCTIVE, LOSS, NON, LESS, FREE

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 103728368 A (四川澄观电子有限公司) 2014年 4月 16日 (2014 - 04 - 16) 说明书第0010-0012段及附图1-2	1-3
Y	CN 103728368 A (四川澄观电子有限公司) 2014年 4月 16日 (2014 - 04 - 16) 说明书第0010-0012段及附图1-2	4-5
Y	饶贵安 等. "电涡流方法在输电线损伤检测中的应用" 传感器技术, 第2期卷, 第20卷期, 2001年 2月 28日 (2001 - 02 - 28), 第15页第3部分	4
Y	武新军 等. "钢腐蚀脉冲涡流检测系统的研制与应用" 无损检测, 第2期卷, 2010年 2月 10日 (2010 - 02 - 10), 第128页第2部分第2.1节	5
A	CN 202074943 U (安徽工程大学) 2011年 12月 14日 (2011 - 12 - 14) 全文	1-5
A	CN 103257182 A (电子科技大学) 2013年 8月 21日 (2013 - 08 - 21) 全文	1-5

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2014年 12月 10日

国际检索报告邮寄日期

2015年 1月 06日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)
北京市海淀区蓟门桥西土城路6号
100088 中国

传真号 (86-10)62019451

授权官员

李娜

电话号码 (86-10)61648133

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
A	JP 2009079984 A (HITACHI LTD.) 2009年 4月 16日 (2009 - 04 - 16) 全文	1-5
A	欧阳奇 等. “高温连铸坯表面缺陷脉冲电涡流检测方法研究” 连铸, 第1期卷, 2010年 1月 15日 (2010 - 01 - 15), 全文	1-5

国际申请号	PCT/CN2014/084597
-------	-------------------

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	103728368	A	2014年 4月 16日	无	
CN	202074943	U	2011年 12月 14日	无	
CN	103257182	A	2013年 8月 21日	无	
JP	2009079984	A	2009年 4月 16日	无	

表 PCT/ISA/210 (同族专利附件) (2009年7月)